

1951-2010年中国主要气候区划界线的移动

卞娟娟^{1,2,3}, 郝志新¹, 郑景云¹, 葛全胜¹, 尹云鹤¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;
3. 上海市气象科技服务中心, 上海 200030)

摘要: 根据采用同一区划方法、指标体系划分的1951-1980年及1981-2010年中国气候区划结果, 对比分析了过去60年中国气候区划的主要界线变化特征。结果表明: 1951-1980年至1981-2010年, 我国寒温带界线西缩、北移; 暖温带北界东段北移, 其中最大北移幅度超过1个纬度; 北亚热带北界东段平均北移1个纬度以上, 并越过淮河一线; 中亚热带北界中段从江汉平原南沿移到了江汉平原北部, 最大移动幅度达2个纬度; 南亚热带北界西段北移0.5~2个纬度; 青藏高原原寒带范围缩小, 高原温带范围增加。东北湿润、半湿润区虽转干与趋湿并存, 但其中温带地区的湿润—半湿润东界东移, 大兴安岭中部与南部的半湿润—半干旱界线北扩; 其他地区的干湿分界线虽未出现明显移动, 但北方半干旱及华北半湿润区总体转干, 河西走廊、新疆及青藏高原的干旱、半干旱区总体转湿; 而南方湿润区则趋干与转湿并存。

关键词: 中国; 1951-1980年; 1981-2010年; 气候区划界线; 移动

1 引言

揭示全球增暖背景下的气候格局与界线变化, 是制定气候变化适应策略的重要科学基础, 对人类适应未来气候环境变化具有重要意义^[1]。中国幅员辽阔、地理环境复杂、气候类型多样、气候变化区域显著, 因此研究这一问题尤为重要^[2]。近年来, 已有许多学者研究了中国1951年以来温度带和干湿状况的变化特征, 但由于不同研究使用的资料和分析指标、方法存在差异, 因而结果也存在较大差异^[3-7]。如沙万英等认为1951-1999年中国中亚热带北移明显^[3], 而叶笃正等的研究则表明这段时间中国的中亚热带无明显变化^[4]。沙万英等认为1951-1999年中国北亚热带北界北移1-1.5个纬度^[3], 但缪启龙等则认为中国北亚热带北界的最大北移幅度已达3.7个纬度^[5]。同样, 对于干湿区变化, 王菱等认为中国西北地区的干旱区范围缩小^[6], 但杨建平等则认为此区域的干湿变化不大^[7]。而最近研究也证实: 虽然因20世纪90年代以后秦岭以北热量资源增加幅度大于秦岭以南而造成秦岭南北热量差异有所缩小, 但秦岭作为中国北亚热带北界的分界作用却并未变化^[8]。这些认识上的差异说明这一问题仍需深入研究。为此, 本文依据采用同一区划方法、指标体系划分的1951-1980年及1981-2010年中国气候区划结果^[9], 对中国过去60年的主要气候区划界线变化状况进行深入分析。

收稿日期: 2012-11-15; 修订日期: 2013-04-02

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项 (XDA05090104); 全球变化研究国家重大科学研究计划课题 (2010CB950103); 科技基础性工作专项项目 (2011FY120300)

作者简介: 卞娟娟 (1987-), 江苏南通人, 研究生, 主要从事气候学研究。E-mail: bianjj.09s@igsrr.ac.cn

通讯作者: 郑景云 (1966-), 福建莆田人, 研究员, 主要从事气候变化研究。E-mail: zhengjy@igsrr.ac.cn

2 温度带及其界线变化

从 1951-1980 年至 1981-2010 年中国温度带界线与各站日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数 (以下简称 “ $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数”) 变化 (图 1) 可以看出: 与 1951-1980 年相比, 1981-2010 年中国大多数地区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数均出现增加, 其中长江中下游、秦巴山地、南疆、河西走廊增幅较小, 除此之外的的大多数站点均有较大的增幅; 仅四川盆地、长江三峡河谷、云贵高原东部、闽西北部山地等局部地区以及新疆、青藏高原东北部、海南等个别站点出现减少。这使得中国东部地区的寒温带北移, 暖温带、北亚热带和中亚热带出现北扩。西部地区的温度带因受地形影响, 其水平移动虽不显著, 但仍可看出: 南亚热带西段出现了较显著北扩, 同时在青藏高原, 也出现了亚寒带范围缩小、温带范围扩大的趋势。

(1) 寒温带及其南界: 与 1951-1980 年相比, 1981-2010 年中国寒温带南界出现了小幅北移, 因而导致寒温带范围缩小 (图 1)。虽然界线变化幅度不大, 但相对于 1951-1980 年, 中国寒温带 1981-2010 年的热量资源却有较明显增加 (表 1), 如图里河 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数延长了约 10 d, 对应的积温增加近 200°C 。此外, 1981-2010 年新林和塔河 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数也分别

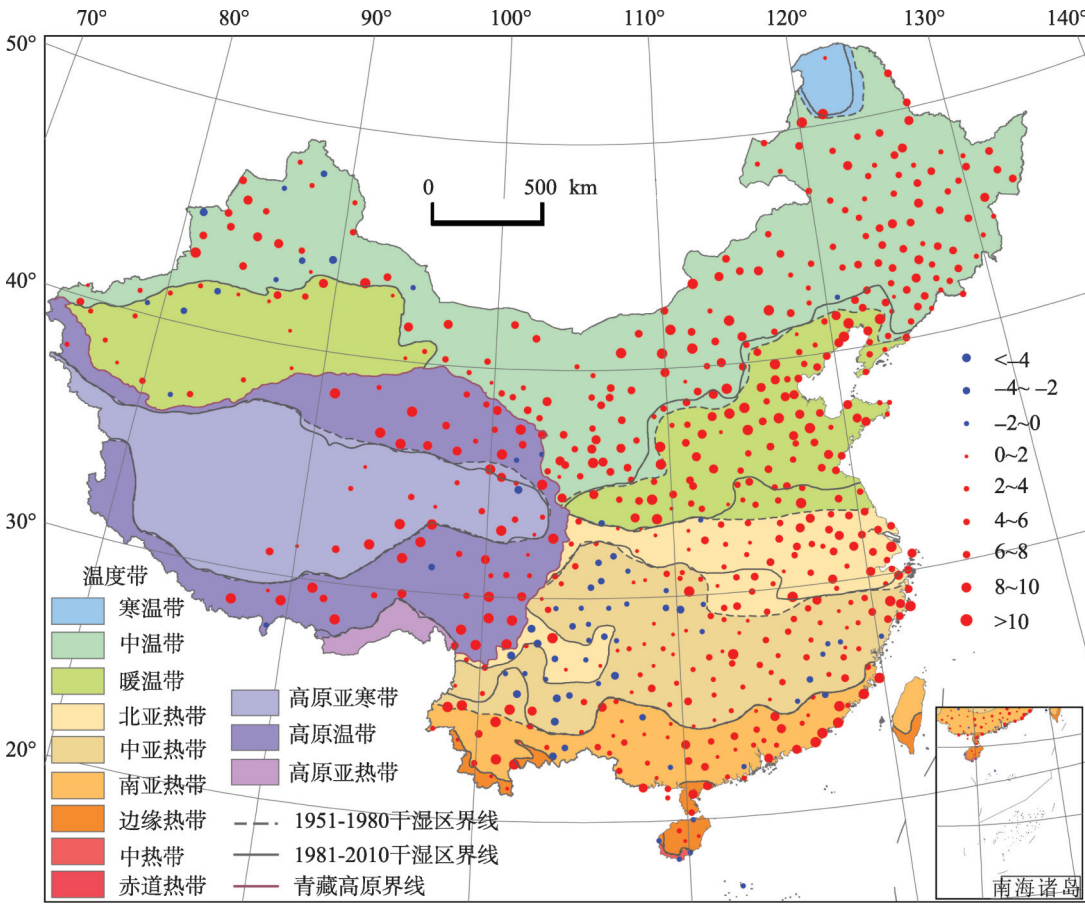


图 1 1951-1980 年至 1981-2010 年中国温度带界线与日平均气温稳定 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数 (圆点) 的变化
Fig. 1 The change in the demarcation line of thermal zones and the days with daily temperature above 10°C (dot) in China from 1951-1980 to 1981-2010

表1 1951–1980年至1981–2010 年中国寒温带南界附近站点的温度指标变化

Tab. 1 Change on thermal resources around the southern boundary of cool temperate zone form 1951–1980 to 1981–2010

站名	1951-1980				1981-2010			
	(其中*指据 1972-1980 年资料统计)							
	≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃日数/天	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃
图里河	82.1	1219.1	-30.0	-45.6	92.9	1413.1	-28.4	-44.4
塔河	102.4*	1641.8*	-26.5*	-41.6*	107.4	1760.0	-25.0	-41.0
新林	93.2*	1472.7*	-27.4*	-42.8*	104.4	1680.9	-25.0	-40.4

比其 1972-1980 年（1972 年之前缺数据）的 ≥ 10℃日数各延长了 5 d 及 11 d，积温增加了 120℃、210℃；由于东北地区 1972-1980 年气候较其前的 1951-1971 年略暖^[1]，因此，这 2 站 1981-2010 年的热量资源增加幅度实质上应较上述数值更大一些。

（2）暖温带及其北界：从图 1 可以明显看出，1981-2010 年中国暖温带北界东段较 1951-1980 年有较明显北移，整体平均北移约 0.5 个纬度，其中部分地区最大北移约 1 个纬度；但受地形影响，中国暖温带北界西段并无明显的水平移动。

统计显示：1951-1980 年至 1981-2010 年，中国暖温带东西两段的热量资源均有增加。其中，东段界线附近 41 个站点的 ≥ 10℃日数平均延长了 6 d，积温增加 173℃，1 月平均气温增加 1℃，使得 11 个位于 1951-1980 年暖温带界线以北的站点，在 1981-2010 年的温度指标超过了暖温带标准（表 2），导致暖温带界线发生了北移。而受大地形影响，中国暖温带北界西段，1981-2010 年仍以疏勒河—博格达山—天山南麓为界，因界线南北温度指标差异较大，其中界线以北地区 ≥ 10℃日数多为 150 d 左右，积温约 2500℃；而界线以南的南疆地区 ≥ 10℃日数通常超过 180 d，积温大于 3500℃；因而相较于 1951-1980 年，尽管界线南北地区 ≥ 10℃日数均延长了 3 d 左右，累积也增加了约 120℃，但因界线南北的温度指标增加幅度基本同步，因此中国暖温带北界西段并没有出现明显水平移动。

（3）北亚热带北界：北亚热带北界是中国重要的气候分界线。1951-1980 年，该线位

表2 1951–1980年至1981–2010年中国暖温带北界附近发生温度带变化的站点及其温度指标变化

Tab. 2 Change on thermal resources for stations with thermal zone shift around the northern boundary of southern temperate zone form 1951–1980 to 1981–2010

站名	1951-1980				1981-2010			
	≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃日数/天	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃
黑山	169.8	3353.4	-10.7	-24.0	177.7	3507.8	-10.0	-22.4
阜新	168.4	3305.5	-11.7	-24.6	174.9	3502.2	-10.7	-23.4
沈阳	168.2	3361.8	-12.0	-26.8	175.8	3547.7	-11.2	-25.7
本溪	168.9	3348.6	-11.9	-28.2	171.0	3370.5	-11.4	-26.4
岫岩	167.6	3157.1	-10.7	-25.2	172.1	3302.7	-9.8	-23.7
彰武	165.6	3243.2	-12.5	-26.0	173.5	3431.7	-11.7	-25.9
原平	169.4	3235.9	-8.5	-23.0	178.8	3488.9	-7.0	-19.9
榆林	165.8	3175.1	-10.0	-24.8	170.4	3307.5	-8.7	-24.0
兴县	166.0	3204.4	-9.5	-23.3	172.2	3382.0	-8.2	-22.0
横山	168.2	3248.4	-8.8	-23.4	171.9	3366.0	-7.9	-22.6
洛川	162.7	3001.8	-5.2	-18.6	173.2	3223.1	-4.0	-17.9

于秦岭—淮河一线，也是中国东部北方半湿润与南方湿润气候的分界线。但随着气候增暖，1981-2010年中国北亚热带北界东段（秦岭以东地区）已经越过淮河一线，出现了显著北移，总体移动幅度达1个纬度以上，其中北移幅度最大处接近2个纬度；因而使得河南南部的南阳地区在2000年以后发展了大面积的柑橘等亚热带果树种植^[10,11]，这一状况与中国过去2000年中该界线曾经出现的最北位置相仿^[12]。而该界线西段虽仍以秦岭为界，但其南北（特别是秦岭以北）地区的热量资源也均出现了增加。

统计表明：有9个位于1951-1980年北亚热带北界（即淮河）以北的站点（表3），其1981-2010年间 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数平均延长了6 d，积温平均增加了近160 $^{\circ}\text{C}$ ；这使得它们 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数从1951-1980年低于220 d变为1951-1980年的220 d以上；同时其中有6个站点的1月气温从1951-1980年低于0 $^{\circ}\text{C}$ 变为1951-1980年的0 $^{\circ}\text{C}$ 以上（表3）。而1981年以后，北亚热带北界西段秦岭以北地区的温度指标增加幅度虽较秦岭以南地区更为显著，但由于受地形影响，秦岭南北地区的温度指标本身存在较大差异，其中 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数相差20 d左右，积温相差约400 $^{\circ}\text{C}$ ，因而尽管1981-2010年间秦岭南北的温度指标差异在缩小，但秦岭作为中国北亚热带北界的分界作用仍极为显著^[8]。

（4）中亚热带北界：1951-1980年中国中亚热带北界东起浙江北部，向西经长江中游平原南沿后，再折向西北经宜昌沿长江河谷后继续向西，沿大巴山南缘经广元、绵阳,西至都江堰西与青藏高原东界相连。由于该界线东跨平原、西穿河谷、山地，不同地段的地形差异较大，因而与1951-1980年相比，1981-2010年界线附近站点的温度指标变化特征也比较复杂。其中界线西段附近站点有增有减，如四川盆地北部 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 日数缩短约2 d，积

表3 1951–1980年至1981–2010年中国北亚热带北界附近站点的温度指标变化
Tab. 3 Change on thermal resources around the northern boundary of northern sub-tropical zone form 1951–1980 to 1981–2010

站名	1951-1980				1981-2010				
	≥ 10℃ 日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃ 日数/天	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	
东段	郑州	215.9	4627.5	-0.3	-12.7	221.8	4793.2	0.5	-9.8
	许昌	217.8	4717.4	0.6	-10.6	220.9	4725.3	0.7	-10.7
	开封	213.5	4577.4	-0.5	-11.6	221.3	4765.1	0.3	-9.8
	西华	216.7	4626.5	-0.1	-12.3	221.0	4715.2	0.8	-10.2
	徐州	216.9	4650.4	0.0	-11.8	222.1	4822.1	0.6	-9.8
	亳州	218.7	4737.1	-0.1	-12.1	222.7	4856.6	0.9	-10.4
	淮阴	216.0	4531.5	0.1	-11.7	223.9	4778.3	1.3	-9.1
	射阳	215.2	4444.3	0.4	-10.4	220.9	4617.8	1.4	-8.8
	宿县	215.1	4659.3	-0.3	-13.3	226.1	4926.4	1.2	-10.3
西段	天水	179.2	3332.5	-2.8	-13.4	188.2	3574.3	-1.5	-12.1
	宝鸡	202.3	4081.9	-0.7	-10.7	207.9	4270.4	0.5	-8.8
	武功	203.9	4164.3	-1.1	-12.7	210.3	4327.7	-0.2	-9.7
	西安	206.2	4295.2	-1.1	-11.9	219.2	4633.4	0.3	-9.1
	武都	229.8	4548.1	2.8	-5.6	234.4	4663.8	3.7	-5.1
	汉中	221.5	4469.3	2.0	-6.6	223.1	4554.8	2.8	-5.1
	石泉	221.1	4516.4	2.7	-6.9	223.0	4503.6	3.0	-6.0
	安康	234.0	4966.7	3.2	-5.9	235.5	4958.1	3.7	-4.6

温度减小约 80℃;但其东北沿山地(特别是大巴山地区)≥10℃日数却平均延长了 3 d,积温也有增加;受地形影响,这一段界线并未出现水平移动。中亚热带北界中段跨江汉平原南部,由于江汉平原温度指标增幅明显,因而使得该段界线北移了约 2 个纬度,即从江汉平原南沿移至江汉平原北部。而界线东段位于长江下游平原南沿,1951-1980 年至 1981-2010 年,虽然长江下游平原≥10℃日数也延长约 5 d,相应积温亦增加了 200℃左右,但除最东端浙北平原外,其他地区的温度指标仍未达到中亚带的标准;因此,中国中亚热带北界东段,除其最东端约北移 0.5 个纬度外,其他地段并未出现明显北移(表 4)。

总体看,与 1951-1980 年相比,1981-2010 年中国中亚热带北界西段周边各地的温度指标变化不大,且受地形影响,没有发生显著的水平移动;而中段因江汉平原的温度指标增加较为明显,出现了约 2 个纬度北移;东段除其最东端约北移 0.5 个纬度外,其他地段也未出现明显北移。

(5) 南亚热带北界:1951-1980 年中国南亚热带东起福州北,向西大致经九仙山、韶关、蒙山至罗甸,再折向南至广南,然后向西经玉溪—腾冲一线。由图 1,1951-1980 年至 1981-2010 年,除个别站点外,中国南亚热带北界在玉溪以东沿线的温度指标变化幅度不大,但玉溪至腾冲一线却出现了显著增加(表 5)。由于受独特地形影响,金沙江谷地区的温度显著高于同纬度其他区域,区内元谋、华坪、仁和等站点≥10℃日数高达 340 d 左右,具有南亚热带气候特征,但因面积较小,在 1951-1980 年的气候区划方案中,没有将其单独划为南亚热带^[9]。然而由于滇中气候显著增暖,1981-2010 年楚雄、玉溪、保山、腾冲的≥10℃日数平均延长了 10 d,对应的积温平均增加了 300℃以上,使得这些地区的温度指标达到了南亚热带的标准,与金沙江河谷地区连成一片,导致 1981-2010 年该界线从 1951-1980 年玉溪—腾冲一线北移至金沙江谷地北缘,即北移 0.5-2.0 个纬度。

表 4 1951-1980 年至 1981-2010 年中国中亚热带北界附近站点的温度指标变化
Tab. 4 Change on thermal resources around the northern boundary of central sub-tropical zone
form 1951-1980 to 1981-2010

	站名	1951-1980				1981-2010			
		≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃日数/天	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃
西段	阆中	259.4	5444.0	6.2	-1.4	256.6	5347.9	6.1	-1.4
	巴中	257.3	5424.9	5.6	-2.6	255.0	5339.9	5.8	-1.9
	达县	258.2	5475.3	6.0	-2.0	257.0	5440.4	6.3	-1.0
	南充	265.2	5635.1	6.5	-0.9	262.3	5544.3	6.5	-0.6
中段	嘉鱼	240.6	5373.8	4.1	-6.7	244.9	5559.4	4.7	-3.3
	天门	236.6	5173.2	3.3	-7.6	242.1	5391.8	4.1	-4.8
	黄石	241.2	5404.4	3.9	-6.4	244.0	5531.0	4.6	-3.6
	荆州	238.1	5133.2	3.5	-6.9	240.1	5298.9	4.3	-3.9
	武汉	234.5	5191.0	2.9	-9.3	242.2	5469.3	4.0	-5.1
	南县	238.9	5267.0	4.3	-5.5	242.9	5380.0	4.6	-3.8
	岳阳	238.8	5333.1	4.3	-6.0	245.4	5526.9	5.0	-2.7
	修水	237.5	5190.0	4.1	-7.5	241.5	5276.6	4.6	-5.8
东段	屯溪	236.2	5123.7	3.8	-7.7	239.6	5253.9	4.4	-6.2
	嵊县	236.1	5150.6	4.2	-7.0	239.5	5275.0	4.7	-5.9
	鄞县	234.6	5058.8	4.2	-6.1	244.1	5395.2	5.3	-4.4

表5 1951-1980年至1981-2010年我国南亚热带北界附近站点温度指标变化
Tab. 5 Change on thermal resources around the northern boundary of southern sub-tropical zone
form 1951-1980 to 1981-2010

站名		1951-1980				1981-2010			
		≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃
玉溪—腾冲 一线	保山	284.0	4996.2	8.4	-1.7	294.8	5282.0	9.1	-0.8
	楚雄	275.5	4913.3	8.1	-3.6	291.5	5290.1	9.4	-1.1
	玉溪	283.6	5056.5	8.6	-1.9	289.4	5226.6	9.5	-0.8
金沙江 河谷区	元谋	359.6	7939.9	15.2	2.1	355.1	7682.7	14.4	2.0
	华坪	346.0	7035.4	12.1	1.0	344.8	6932.4	11.8	1.2
	仁和	347.7	7212.0	11.8	0.1	347.3	7337.6	12.5	1.6
玉溪以东 代表站点	连县	272.0	6198.4	8.8	-2.5	275.0	6327.0	9.2	-1.0
	贺县	277.9	6387.6	9.4	-1.5	279.8	6483.9	9.6	-0.4
	寻乌	273.8	6030.0	8.6	-3.4	272.5	6046.1	9.3	-2.7
	泸西	257.3	4610.7	7.3	-4.3	253.2	4565.7	7.8	-3.5
	广南	264.7	5145.2	8.2	-2.6	267.6	5258.1	8.9	-1.3

(6) 青藏高原温带界线：除个别站点外，1951-1980年至1981-2010年，青藏高原大多数地区 ≥ 10℃日数均有所延长。尽管因受地形和站点密度的影响，青藏高原的温度带界线并未发生明显的水平移动。但仍可看出：1981-2010年青藏高原亚寒带范围较1951-1980年略有缩小，而温带范围则在增加。表6给出青藏高原温带与亚寒带界线附近13个站点1951-1980年至1981-2010年的温度指标变化状况，其中 ≥ 10℃日数延长最大的站点（玉树）达18 d，对应积温增加了264℃；所有13个站点的 ≥ 10℃日数平均延长了7.5 d，对应积温平均增加了118℃；特别是兴海、同德2个站 ≥ 10℃日数分别延长了13 d和9 d，对应

表6 1951-1980年至1981-2010年中国青藏高原温带界线附近站点温度指标变化
Tab. 6 Change on thermal resources around the boundary of high altitude temperate zone in Qinghai-Tibetan
Plateau zone form 1951-1980 to 1981-2010

站名	海拔/m	1951-1980				1981-2010			
		≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃	≥ 10℃日数/d	积温/℃	一月平均/℃	极端最低/℃
兴海	3323.2	46.7	583.0	-12.2	-28.3	59.2	752.8	-11.0	-27.0
同德	3289.4	46.3	577.8	-12.9	-30.4	55.0	708.3	-11.2	-27.7
泽库	3662.8	7.3	81.7	-14.8	-31.8	9.5	107.7	-14.1	-30.2
玛多	4272.3	3.8	41.2	-16.8	-33.9	5.9	67.4	-15.7	-31.5
合作	2910.0	56.4	705.2	-10.4	-25.5	72.1	928.3	-9.3	-24.1
诺木洪	2790.4	126.0	1917.7	-10.3	-24.0	135.6	2129.5	-9.2	-23.0
格尔木	2807.6	126.3	1958.5	-10.8	-25.9	137.7	2207.9	-8.4	-20.6
都兰	3191.1	83.8	1175.7	-10.6	-23.1	91.8	1315.3	-9.4	-21.8
红原	3491.6	26.1	308.9	-10.3	-29.7	27.2	325.0	-9.4	-28.1
色达	3893.9	14.0	156.1	-11.3	-29.6	18.2	209.0	-10.3	-27.7
石渠	4200.0	5.7	61.5	-12.6	-31.6	8.0	88.2	-11.7	-30.2
玉树	3681.2	51.2	639.0	-8.0	-23.9	69.0	903.5	-6.8	-21.7
嘉黎	4488.8	4.3	54.6	-11.8	-30.0	5.4	57.7	-10.7	-27.5

的积温分别增加了170℃和130℃,使得它们从1951-1980年的高原亚寒带变为1981-2010年的高原温带。

3 干湿状况及其界线变化

从1951-1980年至1981-2010年中国干湿区界线与年干燥度的变化看(图2):虽然1981-2010年中国的干湿状况与1951-1980年相比出现了变化,但大多数地区的变化幅度不大。其中在全国624个站中,有417个站点的干燥度变化幅度小于0.1,虽然这些变化幅度较小的站主要分布在35°N以南的南方湿润区,但在其他地区同样也有零星分布。从干湿变化的总体格局看,中国东北的湿润、半湿润区转干与趋湿并存,但干燥度变化幅度最大的站点并未超过0.5,其中有2处干湿分界线出现了水平移动:一是中温带地区的湿润一半湿润东界东移,二是大兴安岭中部与南部的半湿润一半干旱界线北扩。北方的半干旱及华北的半湿润区干燥度加大,使得该区域总体出现转干趋势;但因区内干燥度变化幅度最大的站点也未超过0.5,因而干湿分界线并未出现显著的水平移动。南方湿润区则是转干与趋湿并存,且多数站点的干燥度变化幅度较小,因而干湿区界线也没有出现移动。

1951-1980年至1981-2010年,中国干湿程度变化最大的区域主要出现在西部地区,且

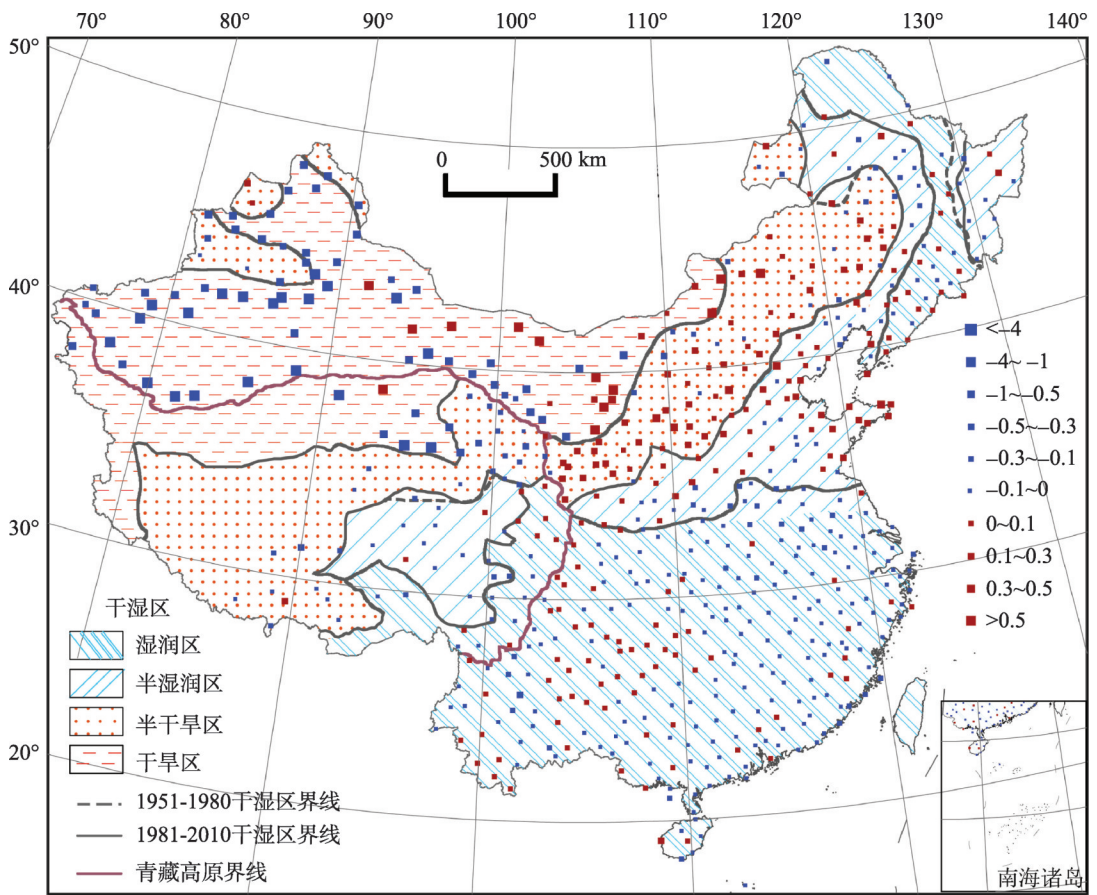


图2 1951-1980年至1981-2010年中国干湿区界线与年干燥度(圆点)的变化

Fig. 2 The changes on boundary of moisture regions and the aridity index in China from 1951-1980 to 1981-2010

总体以转湿为主,其中河西走廊和新疆的干旱区转湿幅度最大。但因这些地区的气候显著干旱,因而干旱区和半干旱区气候界线也并未出现明显的水平移动。青藏高原总体上也以转湿为主,但转湿幅度较西北地区小;然而因青藏高原的气候较西北地区相对湿润,因而导致高原温带地区的半湿润—半干旱界线略有北扩,使得高原的半干旱地区有所缩小,半湿润地区有所扩大。

4 结论与讨论

1951-1980年至1981-2010年,由于气候增暖,使得中国东部地区的温度带界线发生了较显著的移动。其中,寒温带界线西缩、北移,但幅度不大;暖温带北界东段北移,其中最大北移幅度已超过1个纬度;北亚热带北界东段平均北移1个纬度以上,并越过淮河一线;中亚热带北界中段从洞庭湖平原移至汉江平原地区南部,其中最大移动幅度已达2个纬度;南亚热带北界西段北移0.5-2.0个纬度;青藏高原亚寒带范围缩小,高原温带范围增加。中国的干湿状况变化虽比较复杂,但干湿区界线的总体变化并不显著。其中,东北的湿润、半湿润区虽转干与趋湿并存,但中温带地区的湿润—半湿润东界出现东移,大兴安岭中部与南部的半湿润—半干旱界线也有所北扩,这使得小兴安岭一带的湿润区范围有所扩大,半湿润区范围减小,辽河平原一带半湿润地区有所扩大,半干旱区域缩小。虽然中国北方半干旱区及华北半湿润区总体转干,河西走廊、新疆及青藏高原的干旱区、半干旱区总体转湿,但这些地区的干湿分界线却未出现明显移动。此外,南方湿润区也因趋干与转湿并存,故干湿状况并未发生总体变化。

近年来,虽已有不少学者指出中国的气候区划界线已经出现了一定程度移动,但这些研究多是依据对单一指标(如积温、干旱指数等)变化特征的分析而得出的,并未建立在气候区划工作的基础上。而本文则依据采用同一区划方法、指标体系划分的1951-1980年及1981-2010年中国气候区划结果,对比分析了过去60年中国主要气候区划界线的变化特征,揭示了气候系统的区域分异特征的变化,因而结果也较以往结论更具可比性。

参考文献(References)

- [1] 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 第二次气候变化国家评估报告. 北京: 科学出版社, 2011. 23-40.
- [2] 葛全胜, 方修琦, 张雪芹, 等. 20世纪下半叶中国地理环境的巨大变化: 关于全球环境变化区域研究的思考. 地理研究, 2005, 24(3): 345-358.
- [3] 沙万英, 邵雪梅, 黄玫. 20世纪80年代以来中国的气候变暖及其对自然区域界线的影响. 中国科学(D辑), 2002, 32(4): 317-326.
- [4] Ye D Z, Jiang Y, Dong W J. The northward shift of climatic belts in China during the last 50 years and the corresponding seasonal responses. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2003, 20(6): 959-967.
- [5] 缪启龙, 丁园园, 王勇. 气候变暖对中国亚热带北界位置的影响. 地理研究, 2009, 28(3): 634-642.
- [6] 王菱, 谢贤群, 李运生, 等. 中国北方地区40年来湿润指数和气候干湿带界线的变化. 地理研究, 2004, 23(1): 45-53.
- [7] YANG JianPing, DING Yongjian, CHEN Rensheng. The fluctuations of dry and wet climate boundary and its causal analyses in China. *Acta Meteorological Sinica*, 2004, 18(2): 211-226.
- [8] 周旗, 卞娟娟, 郑景云. 秦岭南北1951-2009年的气温与热量资源变化. 地理学报, 2011, 66(9): 1211-1218.
- [9] 郑景云, 卞娟娟, 葛全胜, 等. 1951-2010年的中国气候区划. 地理研究, 2013, 32(6): 987-997.
- [10] 宗勇伟, 王君, 李新梅. 浙川柑橘冻害防治分析. 气象与环境科学, 2008, 31(增): 176-177.
- [11] 杨玉芬. 浙川县柑橘种植气候条件分析. 安徽农学通报, 2010, 16(24): 124, 148.
- [12] 葛全胜. 中国历朝气候变化. 北京: 科学出版社, 2011. 380-492.

The shift on boundary of climate regionalization in China from 1951 to 2010

BIAN Juanjuan^{1,2,3}, HAO Zhixin¹, ZHENG Jingyun¹, GE Quansheng¹, YIN Yunhe¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese academy of sciences, Beijing 100049, China;

3. Shanghai Meteorological Sci-Tech Service Center, Shanghai 200030, China)

Abstract: The paper analyzed the characteristics of changes on regionalization boundaries of climate over China, based on the regionalization scheme in 1951-1980 and 1981-2010, which was conducted using the identical classification methodologies, criteria system and homogeneous dataset. The results showed that the main boundaries of climate regionalization for 1981-2010 in China have been changed compared with 1951-1980. The boundaries of cold temperate zone shifted northward and shrank westward. The eastern part of northern boundary of warm temperate zone shifted to north with the maximal range over 1 latitude. The eastern part of northern boundary of northern sub-tropical zone shifted northward by over 1 latitude, and the northern sub-tropical zone extended to the north of the Huaihe River. The middle of northern boundary of central sub-tropical zone shifted from the southern edge of Jiang-Han Plain to north of the Plain with the maximal range of 2 latitudes. The western part of northern boundary of southern sub-tropical zone shifted northward by 0.5-2 latitudes. The area of plateau temperate zone enlarged and the plateau sub-frigid zone shrank on Qinghai-Tibet region. Although the aridification and humidification trends were both found in northeastern China, the eastern boundary of humid and sub-humid regions shifted to east, and the southern boundary of semi-arid and sub-humid regions located in the central part of Greater Khingan Mountains moved northward in central temperate zone. In the other zones of China, although the boundaries of humid regions did not show significant changes, the climate from wet to dry was found in the semi-arid and sub-humid regions in northern China, while the climate from dry to wet was found in the arid and semi-arid regions in Hexi Corridor, Xinjiang and Qinghai-Tibet Plateau. In humid region of southern China, the light aridification and light humidification trends were both found.

Key words: China; 1951-1980; 1981-2010; boundary of climate regionalization; shift